

ΥΠΟΕΡΓΟ Α

Δράση Α2

ΕΑ2.3. Σχεδιασμός δικτύου παρακολούθησης υπόγειων υδάτων

**ΠΑ2.6 Σχεδιασμός δικτύου παρακολούθησης των  
υπόγειων υδάτων στο Νομό Ροδόπης**

DA2.6 Design of groundwater monitoring network in the  
prefecture of Rodopi



Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε από το Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων (ΕΚΒΥ) στο πλαίσιο της Δράσης Α2 του έργου «Προστασία και Ανόρθωση Υδατικών και Δασικών Πόρων Νομού Ροδόπης», που υλοποιείται από την Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, με τη συνεργασία του Περιφερειακού Ταμείου Ανάπτυξης Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, του Φορέα Διαχείρισης Δέλτα Νέστου – Βιστωνίδας - Ισμαρίδας και του Ελληνικού Κέντρου Βιοτόπων-Υγροτόπων (ΕΚΒΥ). Το έργο χρηματοδοτείται σε ποσοστό 50% από το Χρηματοδοτικό Μέσο Χωρών του Ενιαίου Οικονομικού Χώρου 2004 - 2009 και σε ποσοστό 50% από το Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων (ΠΔΕ) (εθνικούς πόρους).

The present study has been prepared by the Greek Biotope/Wetland Centre in the framework of Action A2 of the project "Protection and Rehabilitation of water and forest resources of the Prefecture of Rodopi", which is implemented by The Region of East Macedonia - Thrace (REMTH) in collaboration with The Regional Development Fund of East Macedonia – Thrace, The Management Body of the Delta of Nestos – Vistonida - Ismarida, and The Goulandris Natural History Museum / Greek Biotope-Wetland Centre (ΕΚΒΥ). It is co-financed by 50% from the EEA Financial Mechanism for the period 2004 – 2009 and by 50% from the Public Investments Program (national funds).

Η προτεινόμενη αναφορά της παρούσας έκθεσης είναι:

Δουλγέρης Χαράλαμπος, 2010. Σχεδιασμός δικτύου παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων στο Νομό Ροδόπης. Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων (ΕΚΒΥ). Θέρμη. 13 σελ.

This document may be cited as follows:

Doulgeris Charalampos, 2010. Design of groundwater monitoring network in the prefecture of Rodopi. Greek Biotope-Wetland Centre. Thermi, Greece 13 p.

## ΠΑ2.6 Σχεδιασμός δικτύου παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων στο Νομό Ροδόπης

<b>ΤΙΤΛΟΣ / TITLE</b>	<b>ΠΑ2.6 Σχεδιασμός δικτύου παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων στο Νομό Ροδόπης / DA2.6</b> Design of groundwater monitoring network in the prefecture of Rodopi
<b>ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ / EDITOR</b>	<b>Χαράλαμπος Δουλγέρης, ΕΚΒΥ / Charalampos Doulgeris, EKBV</b>
<b>ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ / DATE</b>	<b>Ιούνιος 2010 / June 2010</b>
<b>ΟΝΟΜΑ ΑΡΧΕΙΟΥ / IDENTIFIER</b>	DA2_6_Design of GW monitoring.doc
<b>ΓΛΩΣΣΑ / LANGUAGE</b>	<b>ΕΛ / El</b>

## **ΟΜΑΔΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

*Χ. Δουλγέρης / ΕΚΒΥ*

*Γ. Καμπάς / Διεύθυνση Υδάτων ΠΑΜΘ*

*Τ. Καραγιώργης / Διεύθυνση Υδάτων ΠΑΜΘ*

*Δ. Παπαδήμος / ΕΚΒΥ*

## **Περιεχόμενα**

<b>1. Εισαγωγή .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Περιγραφή και οριοθέτηση υδρογεωλογικών λεκανών.....</b>	<b>2</b>
2.1. Πεδίο Βιστωνίδας .....	2
2.2. Λοφώδη τμήματα νότια Κομοτηνής .....	4
2.3. Πεδίο άνω ρου των χειμάρρων Βοζβόζη, Καρυδιάς, τρελοχειμάρρου.....	5
2.4. Υδρογεωλογική λεκάνη κλάδων π. Λίσσου.....	5
<b>3. Πιεζομετρία και ποιότητα υπόγειων νερών .....</b>	<b>6</b>
<b>4. Προτεινόμενο δίκτυο παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων.....</b>	<b>8</b>
<b>5. Βιβλιογραφία .....</b>	<b>11</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (φωτογραφικό υλικό από εργασία πεδίου).....</b>	<b>12</b>

## 1. Εισαγωγή

Στο πλαίσιο της Δράσης 2 του έργου «Προστασία και αποκατάσταση των υδατικών και δασικών πόρων του Νομού Ροδόπης» προβλέπεται η παρακολούθηση της στάθμης και της ποιότητας των υπόγειων νερών της περιοχής μελέτης. Το δίκτυο παρακολούθησης που θα εγκατασταθεί θα αποτελείται από 6 πιεζόμετρα παρατήρησης, τα οποία θα είναι εφοδιασμένα με όργανα καταγραφής της στάθμης και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του νερού. Το βάθος διάνοιξης των πιεζομέτρων θα εκτείνεται έως τα βαθύτερα υδροφόρα στρώματα εκμετάλλευσης του υπόγειου νερού.

Στο παρόν παραδοτέο ΠΑ2.6 με τίτλο «Σχεδιασμός δικτύου παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων στο Νομό Ροδόπης» γίνεται αρχικά η περιγραφή και οριοθέτηση των υδρογεωλογικών λεκανών του πεδινού τμήματος του Νομού Ροδόπης. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στην πιεζομετρία και στην ποιότητα των υπόγειων νερών σύμφωνα με στοιχεία μετρήσεων που έχουν σποραδικά δημοσιευθεί και τέλος δίνεται η θέση και το βάθος των πιεζομέτρων στο υπό σχεδιασμό δίκτυο παρακολούθησης.

## 2. Περιγραφή και οριοθέτηση υδρογεωλογικών λεκανών

Στην περιοχή του Ν. Ροδόπης αναπτύσσονται διάφορες υδρογεωλογικές λεκάνες που αντιστοιχούν στα διάφορα πεδινά ή λοφώδη τμήματα. Οι υδρογεωλογικές αυτές λεκάνες, οι οποίες μπορεί να είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους ή να έχουν άμεση ή έμμεση υδραυλική επικοινωνία. Τα όρια των υδρογεωλογικών λεκανών δίνονται στο Χάρτη 1 και είναι [1,2]:

- Το πεδίο της Βιστωνίδας
- Τα λοφώδη τμήματα νότια Κομοτηνής (κύριο λοφώδες τμήμα)
- Πεδίο άνω ρου των χειμάρρων Βοζβόζη, Καρυδιάς, τρελοχειμάρρου
- Υδρογεωλογική λεκάνη κλάδων π. Λίσσου (χαμηλό τμήμα)

### 2.1. Πεδίο Βιστωνίδας

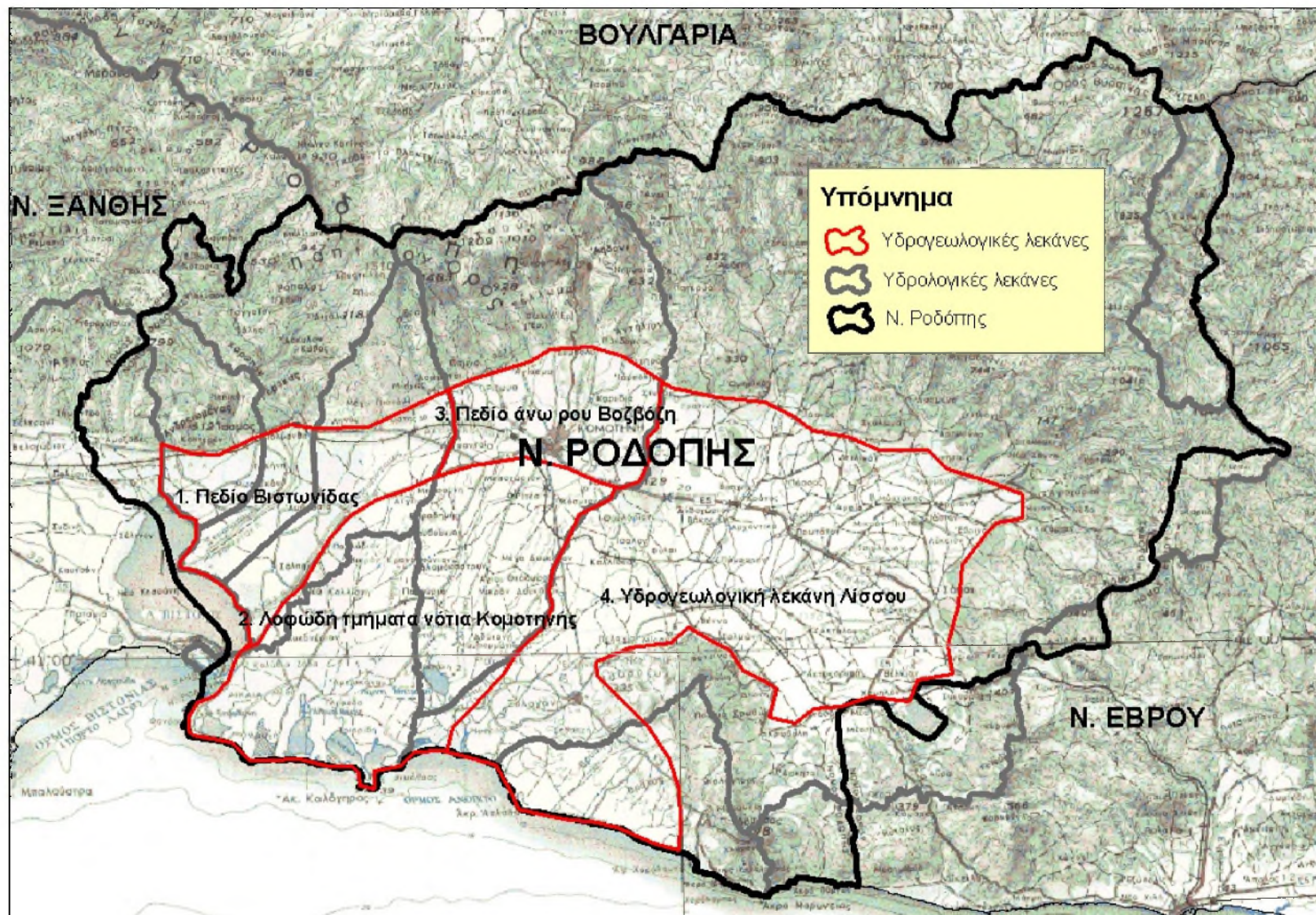
Το πεδίο της Βιστωνίδας αποτελεί σχεδόν υδρογεωλογική μονάδα και έρχεται σε επαφή κατά θέσεις με τις γειτονικές λεκάνες. Συγκεκριμένα, παρατηρείται μία σημαντική υπόγεια επαφή ανάμεσα στο πεδίο της Βιστωνίδας και τα λοφώδη τμήματα νότια της Κομοτηνής, με κατεύθυνση από τα υδροφόρα της Βιστωνίδας προς τα υδροφόρα των λόφων. Χωρίζεται σε δύο περιοχές, την περιοχή πλησίον της κοίτης του Κομψάτου και την περιοχή βόρειο-ανατολικά του άξονα Πολύανθου-Αμβροσίας.

Στην περιοχή πλησίον της κοίτης του Κομψάτου, παρουσιάζονται υψηλές τιμές υδροπερατότητας και αποθηκευτικότητας. Η εκμετάλλευση της υδροφορίας γίνεται με περισσότερες από 850 αβαθείς γεωτρήσεις βάθους μέχρι 30 μέτρων και 150 βαθιές γεωτρήσεις με μεγάλες παροχές της τάξης των 120-150 m<sup>3</sup>/h. Πολλές από τις αβαθείς γεωτρήσεις εξαντλούνται ή κατεβαίνει υπερβολικά η στάθμη τους προς το τέλος του καλοκαιριού αλλά επανέρχεται στα κανονικά επίπεδα μέχρι το τέλος του Φθινοπώρου.

Η περιοχή ΒΑ του άξονα Πολύανθου-Αμβροσίας διαφέρει ριζικά από την προηγούμενη κυρίως ως προς τη δομή των υδροφόρων. Φιλοξενεί ένα σχετικά μικρού δυναμικού φρεάτιο ή μερικώς υπό πίεση ορίζοντα ενώ παράλληλα περιορισμένη εμφανίζεται και η βαθιά υδροφορία. Υπάρχουν περισσότερες από 1000 αβαθείς γεωτρήσεις βάθους μέχρι 20 μέτρων με παροχές από 5-10 m<sup>3</sup>/h και 25 βαθιές γεωτρήσεις των οποίων η παροχή δεν ξεπερνά τα 70 m<sup>3</sup>/h.

Η ποιότητα των νερών του πεδίου της Βιστωνίδας θεωρείται κατάλληλη όχι μόνο για άρδευση αλλά και για ύδρευση.





Χάρτης 1. Όρια υδρογεωλογικών λεκανών στο πεδινό τμήμα του Ν. Ροδόπης



## 2.2. Λοφώδη τμήματα νότια Κομοτηνής

Η λοφώδης περιοχή νότια της Κομοτηνής αποτελεί ενιαία υδρογεωλογική λεκάνη και ορίζεται δυτικά από το τμήμα της εθνικής οδού Ξάνθης-Κομοτηνής, ανατολικά από τον π. Λίσσο και νότια φθάνει μέχρι τη θάλασσα,. Παράλληλα, παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον από καλλιεργητικής άποψης και αποτελεί σημαντικό αναπτυξιακό παράγοντα για το νομό. Διακρίνονται δύο υπόγεια υδροφόρα συστήματα, της Πόρπης δυτικά του χ. Βοζβόζη από το οποίο αρδεύονται 100.000 στρ. και του Ν. Σιδηροχωρίου ανατολικά του χ. Βοζβόζη από το οποίο αρδεύονται 9.500 στρ..

Στο πεδίο της Πόρπης, τα χονδρόκοκκα υλικά (άμμος, χαλίκια, κροκάλες) αποτελούν το κυρίως υδροφόρο στρώμα της περιοχής, του οποίου ο πυθμένας αποτελείται από στρώμα γρι-πράσινης αργίλου. Το υδροφόρο στρώμα συχνά εμφανίζεται σε δύο ή και τρεις ενστρωματώσεις οι οποίες παρουσιάζουν υδραυλική επικοινωνία μεταξύ τους, ενώ το φαινόμενο αυτό γίνεται εντονότερο στο νότιο όριο της περιοχής. Τα στρώματα τα οποία παρεμβάλλονται ενδιάμεσα των παραπάνω ενστρωματώσεων έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ποικίλων συνθηκών υδραυλικής αγωγιμότητας του σχηματισμού τόσο στην οριζόντια όσο και στην κατακόρυφη διεύθυνση. Το μέσο πάχος των υδροφόρων της περιοχής είναι 48 m.

Εντοπίζεται ένα πυκνό δίκτυο με περισσότερες από 600 γεωτρήσεις, οι οποίες χρησιμοποιούνται τόσο για αρδευτικούς όσο και υδρευτικούς σταθμούς. Το βασικό χαρακτηριστικό της συνολικής εικόνας του υπό εξέταση υδροφόρου είναι οι αρνητικές τιμές του απόλυτου υψομέτρου της στάθμης λόγω των συνθηκών της εντατικής εκμετάλλευσης οι οποίες λαμβάνουν χώρα συστηματικά στην περιοχή την τελευταία 20-ετία.

Όσον αφορά στην ποιότητα του νερού, υπάρχει ένα αλμυρό μέτωπο το οποίο εντοπίζεται στην περιοχή Γλυκονερίου, από τη δυτική ακτή της περιοχής έρευνας ενώ αλμυρό μέτωπο εντοπίζεται επίσης στο τμήμα της περιοχής έρευνας που εκτείνεται νοτιοδυτικά της λίμνης Ισμαρίδας. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα εμφανίζει αρκετά υψηλές τιμές της τάξης των 2000 έως 12.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  δημιουργώντας προβλήματα κατά τη χρήση του νερού στην άρδευση. Το κυρίως υδροφόρο στρώμα βορειοδυτικά του άξονα μεταξύ των λιμνών Ισμαρίδας-Βιστωνίδας περιέχει υπόγεια νερά πολύ καλής ποιότητας, με τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας που δεν υπερβαίνουν τα 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Το πεδίο Ν. Σιδηροχωρίου αποτελείται από ένα φρεάτιο υδροφόρο ορίζοντα μέχρι το βάθος των 30 m ενώ από τα 90 έως τα 120 m αναπτύσσεται ένας υπό πίεση υδροφόρος

ορίζοντας μικρής δυναμικότητας, ο οποίος τροφοδοτείται από τον φρεάτιο ορίζοντα. Στην περιοχή είναι έντονη η παρουσία εγκλωβισμένων αλμυρών νερών παλαιότερης ηλικίας στο φρεάτιο ορίζοντα ενώ με την εντατική εκμετάλλευση των τελευταίων δύο δεκαετιών έγινε αποδέκτης σύγχρονης διείσδυσης θαλασσινού νερού σαν αποτέλεσμα της μεγάλης υποχώρησης της στάθμης εξαιτίας των υπεραντλήσεων σε συνδυασμό με το πολύ χαμηλό υψόμετρο της περιοχής. Επιπρόσθετα, ο υπό πίεση υδροφόρος ορίζοντας έγινε αποδέκτης αλμυρού νερού από τη λειτουργία γεωτρήσεων οι οποίες επιτρέπουν την κατακόρυφη υδραυλική επικοινωνία φυσικώς απομονωμένων υδροφορέων, ο οποίος υπό άλλες συνθήκες θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για άρδευση.

### **2.3. Πεδίο άνω ρου των χειμάρρων Βοζβόζη, Καρυδιάς, τρελοχειμάρρου**

Το πεδίο των χειμάρρων Βοζβόζη, Καρυδιάς και τρελοχειμάρρου παρουσιάζει μικρό ενδιαφέρον από πλευράς υπόγειων νερών. Από την περιοχή αυτή ικανοποιούνται οι ανάγκες ύδρευσης του Δήμου Κομοτηνής. Η ποιότητα των υπόγειων νερών είναι άριστη και ικανοποιεί όλες τις χρήσεις.

### **2.4. Υδρογεωλογική λεκάνη κλάδων π. Λίσσου**

Η υδρογεωλογική λεκάνη κλάδων του π. Λίσσου καταλαμβάνει τη μεγαλύτερη σχεδόν έκταση του χαμηλού ανάγλυφου του νομού και κατανέμεται μεταξύ του λοφώδους ανάγλυφου και τριών πεδινών τμημάτων, του Φλουροπόταμου ανατολικά, του Μακροπόταμου δυτικά και το τμήμα της νέας διαμορφωμένης κοίτης του Λίσσου που εκτείνεται νότια μέχρι τη θάλασσα. Οι λοφώδεις περιοχές χαρακτηρίζονται από την απουσία οποιασδήποτε μορφής υδροφορίας και ως εκ τούτου επικρατούν ξηρικές καλλιέργειες (σιτηρά, καπνός). Στα πεδινά τμήματα φιλοξενούνται αβαθή υδροφόρα τα οποία καλύπτουν τις αρδευτικές ανάγκες της περιοχής και εκτός από τα σιτηρά καλλιεργούνται ο αραβόσιτος, το βαμβάκι και τα τεύτλα.

Στα πεδινά τμήματα της λεκάνης του Λίσσου εντοπίζεται ένα σύνολο πρόσφατων ιζημάτων το μέγιστο πάχος των οποίων εκτιμάται στα 15 m και το οποίο μειώνεται προς τα νότια της περιοχής. Μόνο στο τρίτο πεδινό τμήμα, ευρύτερη περιοχή Ξυλαγανής, εντοπίζονται και πλειστοκαινικές αποθέσεις το πάχος των οποίων κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 50 και 80 m.

Οι αρδευτικές ανάγκες ικανοποιούνται σχεδόν εξ' ολοκλήρου με σημαντικά όμως προβλήματα κατά τα ξηρά υδρολογικά έτη. Προβλήματα υφαλμύρισης παρατηρούνται στο

νότιο τμήμα της περιοχής, περιοχή Ιμέρου, λόγω της εκβάθυνσης των γεωτρήσεων για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών.

### **3. Πιεζομετρία και ποιότητα υπόγειων νερών**

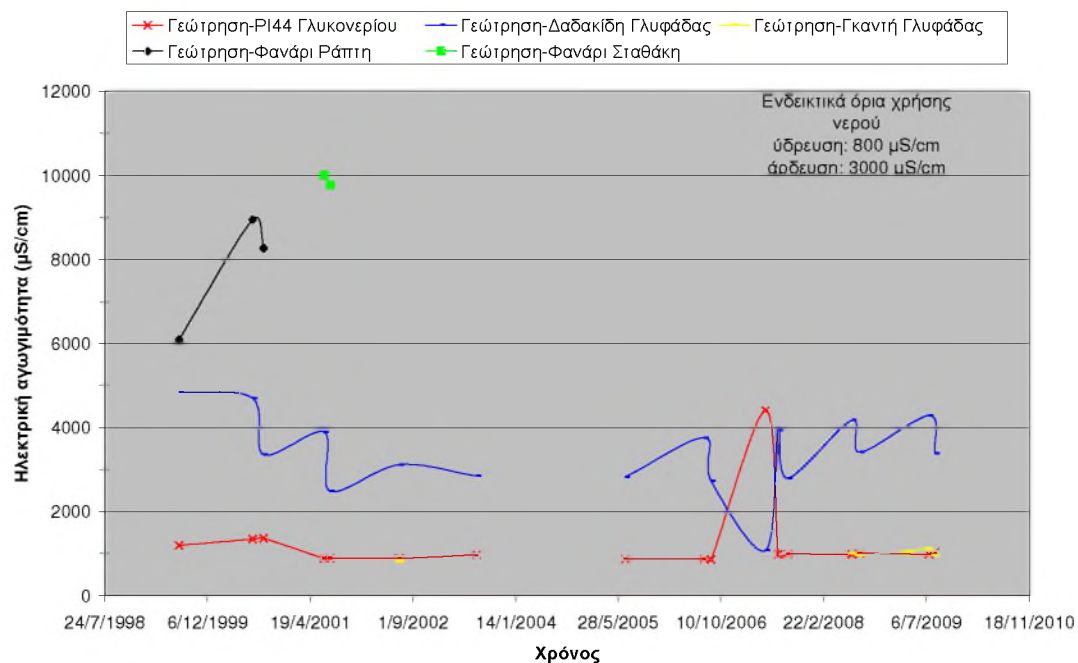
Η συμβολή του υπόγειου υδατικού δυναμικού του Ν. Ροδόπης είναι ιδιαίτερα σημαντική είτε για την διατήρηση των υδροτοπικών οικοσυστημάτων είτε για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών, που είναι και οι πιο απαιτητικές δραστηριότητες ως προς τη χρήση του νερού. Η μεγαλύτερη απειλή για το φυσικό πόρο των υπόγειων νερών του Ν. Ροδόπης φαίνεται να είναι η υποβάθμιση της ποιότητάς του κυρίως λόγω της διείσδυσης του θαλασσινού νερού με αποτέλεσμα την αύξηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και κατά την συνέπεια την ακαταλληλότητα της χρησιμοποίησης του νερού για κάθε χρήση.

Η πιεζομετρία και η ποιότητα των υπόγειων νερών στο Ν. Ροδόπης δεν καταγράφεται συστηματικά από κάποιο σύγχρονο και οργανωμένο δίκτυο παρακολούθησης. Μετρήσεις ποιότητας παρουσιάζει το Υπουργείο Γεωργίας (<http://www.minagric.gr/greek/2.9.3.html>) από δειγματοληψίες που διενεργούνται από τη Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων της Νομαρχίας, συνήθως δύο φορές το έτος.

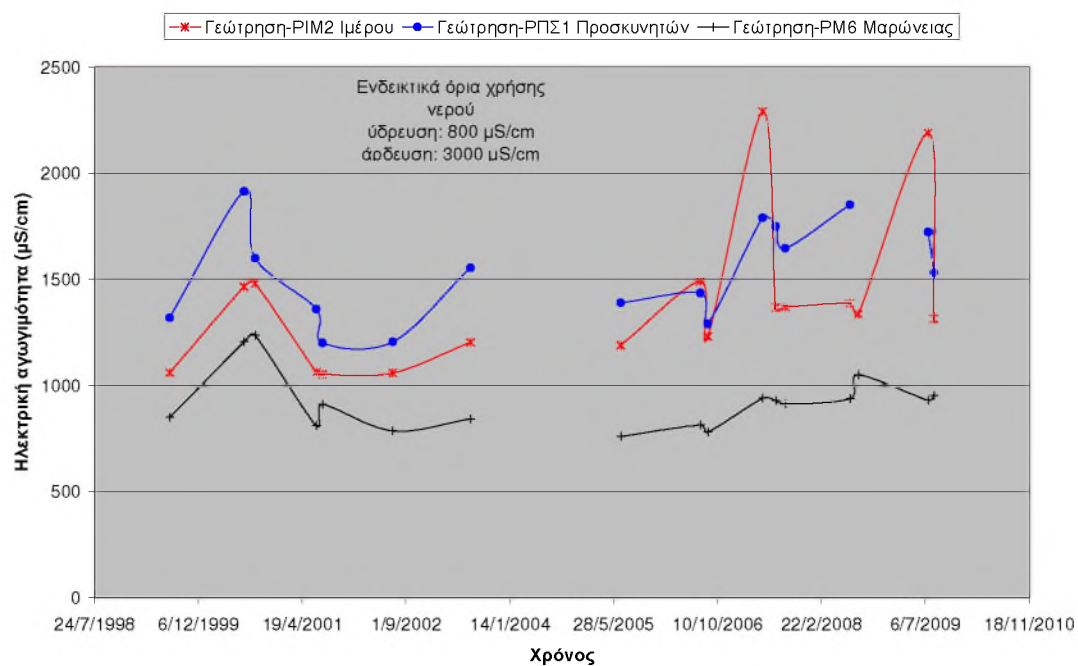
Επίσης, μετρήσεις έχουν κατά καιρούς πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο ερευνητικών προγραμμάτων και διπλωματικών διατριβών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών και του Τμήματος Μηχανικών Περιβάλλοντος του ΔΠΘ [1,2,3,4].

Τα στοιχεία μετρήσεων που αναφέρονται στη συνέχεια του παρόντος προέρχονται από το αρχείο πρωτογενών δεδομένων που τηρεί η Διεύθυνση Εγγείων Βελτιώσεων της Νομαρχίας Ροδόπης σχετικά με τους επιφανειακούς και υπόγειους υδατικούς πόρους του Νομού.

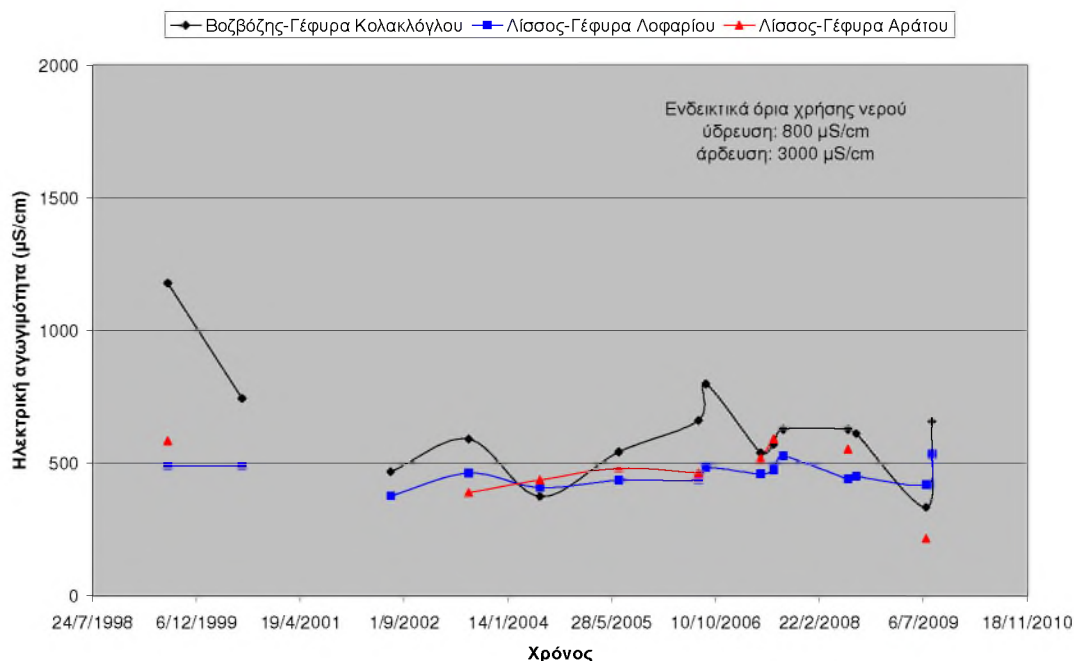
Στα Σχήματα 1 και 2 δίνεται η διακύμανση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του υπόγειου νερού σε υδροφορείς που βρίσκονται υπό καθεστώς εκμετάλλευσης σε περιοχές κοντά στη θάλασσα ενώ στο Σχήμα 3 δίνεται η ηλεκτρική αγωγιμότητα επιφανειακών νερών. Οι μεγαλύτερες τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας εμφανίζονται στα λοφώδη τμήματα νότια της Κομοτηνής (Σχήμα 1) και ιδιαίτερα στο δυτικό τμήμα της περιοχής αυτής κοντά στη θάλασσα.



**Σχήμα 1.** Ηλεκτρική αγωγιμότητα στα λοφώδη τμήματα νότια της Κομοτηνής



**Σχήμα 2.** Ηλεκτρική αγωγιμότητα στην υδρογεωλογική λεκάνη κλάδων π. Λίσσου



**Σχήμα 3.** Ηλεκτρική αγωγιμότητα επιφανειακών νερών Ν. Ροδόπης

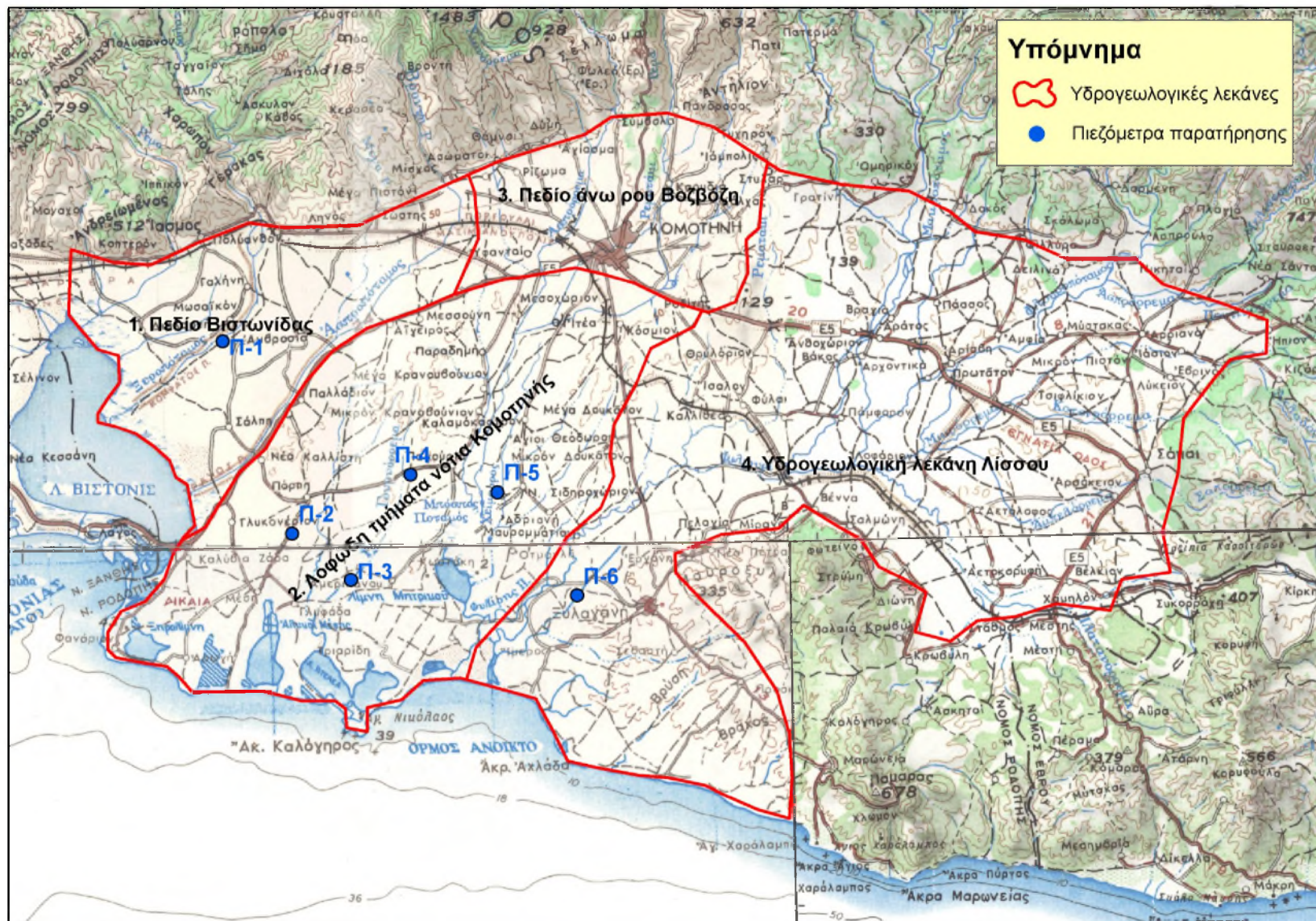
#### 4. Προτεινόμενο δίκτυο παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων

Για τον σχεδιασμό του δικτύου παρακολούθησης ελήφθησαν υπ' όψιν η σπουδαιότητα της κάθε υδρογεωλογικής λεκάνης από την άποψη του υδάτινου δυναμικού καθώς και η εκμετάλλευση που υφίστανται τα υδροφόρα στρώματα σε κάθε μία από αυτές, όπως αναλύθηκαν στην παρ. 2. Επιπρόσθετα, συνυπολογίσθηκαν και τα ακόλουθα:

- Οι μεγαλύτερες τιμές ηλεκτρικής αγωγιμότητας υπόγειων νερών εμφανίζονται στα λοφώδη τμήματα νότια Κομοτηνής (Σχήμα 1).
- Η λίμνη Ισμαρίδα αποτελεί ιδιαίτερο αντικείμενο έρευνας στο συγκεκριμένο έργο.
- Ο αριθμός των πιεζομέτρων δεν επαρκεί για την κάλυψη και την εξαγωγή λεπτομερών συμπερασμάτων σχετικά με το υπόγειο υδατικό δυναμικό σε όλες τις υδρογεωλογικές λεκάνες του νομού.

Με βάση τα παραπάνω, 4 πιεζόμετρα θα τοποθετηθούν στα λοφώδη τμήματα νότια της Κομοτηνής, 1 πιεζόμετρο θα τοποθετηθεί στο πεδίο της Βιστωνίδας και 1 πιεζόμετρο θα τοποθετηθεί στην υδρογεωλογική λεκάνη Λίσσου κοντά στη θάλασσα (δες και Χάρτη 2). Στον Πίνακα 1 δίνονται οι συντεταγμένες των πιεζομέτρων και οι Δήμοι στους οποίους ανήκουν.





Χάρτης 2. Θέσεις πιεζομέτρων παρατήρησης στο πεδινό τμήμα του Ν. Ροδόπης

**Πίνακας 1.** Συντεταγμένες (X, Y) των πιεζομέτρων του δικτύου παρακολούθησης των υπόγειων υδάτων στο Ν. Ροδόπης και το πιθανό μέγιστο βάθος αυτών

<b>α/α</b>	<b>Περιγραφή</b>	<b>X (ΕΓΣΑ 87)</b>	<b>Y (ΕΓΣΑ 87)</b>	<b>Μέγιστο βάθος (m)</b>
1	Βιστωνίδα	600,022	4,548,573	100
2	Πόρπη_νότια	603,208	4,539,777	180
3	Ισμαρίδα_δυτικά	607,732	4,537,402	180
4	Παγούρια (Σιλό Ένωσης)	608,627	4,542,475	150
5	Ν. Σιδηροχώρι	612,615	4,541,684	150
6	Παλιά κοίτη Φιλιουρή	616,252	4,536,948	120

Με την τοποθέτηση των 3 πιεζομέτρων (Π-2, Π-3 και Π-4) μεταξύ των λιμνών Ισμαρίδας-Βιστωνίδας (πεδίο Πόρπης στα λοφώδη τμήματα νότια Κομοτηνής), γίνεται προσπάθεια να καταγραφεί η κίνηση του μετώπου της διείσδυσης του θαλασσινού νερού τόσο κατά μήκος της ακτογραμμής αλλά και όσο απομακρυνόμαστε από αυτή. Οι θέσεις των υπόλοιπων πιεζομέτρων (Π-1, Π-5 και Π-6) θα συμβάλλουν στην παρακολούθηση της κατάστασης των υπόγειων υδάτων στα υπόλοιπα υπόγεια υδροφόρα στρώματα του νομού, τα οποία υφίστανται επίσης σημαντική εκμετάλλευση.



## 5. Βιβλιογραφία

1. Διαμαντής, Ι., 1991. Υδρογεωλογική αναγνώριση και διερεύνηση δυνατοτήτων συνδυασμένης διαχείρισης υπόγειων και επιφανειακών νερών νομού Ροδόπης για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών. Τεχνική έκθεση στα πλαίσια ερευνητικού προγράμματος χρηματοδοτούμενου από τη Νομαρχία Ροδόπης. Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, ΔΠΘ, Ξάνθη, 3 τεύχη, 198 σελ.
2. Διαμαντής, Ι., 2009. Ποιοτική αξιολόγηση του υπόγειου νερού επιλεγμένων πεδίων του νομού Ροδόπης στα σημεία προέλευσης του (γεωτρήσεις), ως προς την περιεκτικότητα σε νιτρικά, νιτρώδη και αμμωνιακές ουσίες, τα αίτια προέλευσης – προοπτικές. Ερευνητική έκθεση για λογαριασμό της Νομαρχίας Ροδόπης. Εργαστήριο Τεχνικής Γεωλογίας, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, ΔΠΘ, Ξάνθη, 57 σελ.
3. Δράκος, Γ. και Μουζαλιώτης, Α., 2003. Το πρόβλημα της υφαλμύρινσης παράκτιων υδροφορέων. Η περίπτωση του πεδινού τμήματος Ξυλαγανής-Ιμέρου του Νομού Ροδόπης. Διπλωματική εργασία, Τμήμα. Πολιτικών Μηχανικών ΔΠΘ, Ξάνθη, 123 σελ.
4. Πισιναράς, Β., 2003. Συνθήκες διαχείρισης και προσομοίωση υπόγειου υδροφόρου συστήματος Νέου Σιδηροχωρίου, Ν. Ροδόπης. Διπλωματική εργασία, Τμήμα. Μηχανικών Περιβάλλοντος ΔΠΘ, Ξάνθη, 161 σελ.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**  
**(φωτογραφικό υλικό από εργασία πεδίου)**

